

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jagung

##### 2.1.1 Pengenalan Jagung

Jagung (*Zea mays L*) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Sebagai sumber karbohidrat utama di Amerika Tengah dan Selatan, jagung juga menjadi alternatif sumber pangan di Amerika Serikat. Penduduk daerah di Indonesia juga menggunakan jagung sebagai pangan pokok. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga ditanam sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari bulir), dibuat tepung (dari bulir, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung bulir dan tepung tongkolnya).



**Gambar 2.1:** jagung

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus

merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. (R.N Iriany, M.Yasin, Baehaki)

Jagung termasuk tanaman bijinya berkeping tunggal monokotil, jagung tergolong berakar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8 m meskipun sebagian besar berada pada kisaran 2 m. Pada tanaman yang sudah cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman.

## **2.2 Proses Pengeringan**

Pengeringan mempunyai pengertian yaitu aplikasi pemanasan melalui kondisi yang teratur, sehingga dapat menghilangkan sebagian besar kadar air dalam suatu bahan dengan cara diuapkan. Penghilangan air dalam suatu bahan dengan cara pengeringan mempunyai satuan operasi yang berbeda dengan dehidrasi. Dehidrasi akan menurunkan aktivitas air yang terkandung dalam bahan dengan cara mengeluarkan atau menghilangkan air dalam jumlah lebih banyak, sehingga umur simpan bahan pangan menjadi lebih panjang atau lebih lama (Muarif, 2013).

Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengeringan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas baik itu berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya. Tujuan pengeringan antara lain :

1. Agar produk dapat disimpan lebih lama.
2. Mempertahankan daya fisiologik bahan
3. Mendapatkan kualitas yang lebih baik,

4. Menghemat biaya pengangkutan.

(Mc. Cabe . 2002)

### **2.2.1 Pengeringan dengan Cara Alami**

Pengeringan bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dengan cara mengurangi kadar air untuk mencegah tidak ditumbuhi oleh mikroorganisme pembusuk. Dalam proses pengeringan dilakukan pengaturan terhadap suhu, kelembaban (humidity) dan aliran udara. Perubahan kadar air dalam bahan pangan disebabkan oleh perubahan energy dalam sistem [1]. Untuk itu, dilakukan perhitungan terhadap neraca massa dan neraca energi untuk mencapai keseimbangan.

Pada metode Cadbury, jika cuaca tidak memungkinkan dapat diganti dengan hembusan udara pada pengeringan buatan. Pada tahap dengan suhu udara 45°C -60°C sampai biji kering. Lama pengeringan ini 7-8 jam sehari. Selama penjemuran dilakukan pembalikan hamparan biji 1-2 jam sekali. Lama penjemuran dapat lebih dari 10 hari, tergantung dengan cuaca dan lingkungan.

### **2.2.2. Pengeringan dengan Udara Panas**

Secara buatan proses pengeringan dapat dilakukan dengan alat pengering untuk menghemat tenaga manusia, terutama pada musim hujan. Terdapat berbagai cara pengeringan buatan, tetapi prinsipnya sama yaitu untuk mengurangi kadar air di dalam biji dengan panas pengeringan sekitar 38°C – 43°C, sehingga kadar air turun menjadi 13% - 15 %. Alat pengering dapat digunakan setiap saat dan dapat dilakukan pengaturan suhu sesuai

dengan kadar air biji jagung yang diinginkan. Cara ini lebih baik karena tidak tergantung cuaca dan bahan bakar lebih sedikit. Pengeringan buatan dilakukan selama 32 jam dan pembalikkan biji setiap 3 jam.

Pengeringan ini dengan menggunakan Barico dryer. Namun, bisa digunakan dengan alat pengering lain, misalnya cabinet dryer. Lama pengeringan tergantung dari jenis alat pengeringnya. Prinsip pengeringannya menggunakan udara pengering sebagai medium panas dalam menurunkan kadar air biji hingga 9% - 11%

### **2.2.3 Mekanisme Pengeringan**

Udara yang terdapat dalam proses pengeringan mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan hasil pertanian, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan. Kadar air akhir apabila mulai mencapai kesetimbangannya, maka akan membuat waktu pengeringan juga ikut naik atau dengan kata lain lebih cepat (Muarif, 2013).

Faktor yang dapat mempengaruhi pengeringan suatu bahan pangan adalah (Buckle et al, 1987):

- 1) Sifat fisik dan kimia dari bahan pangan.
- 2) Pengaturan susunan bahan pangan.
- 3) Sifat fisik dari lingkungan sekitar alat pengering.
- 4) Proses pemindahan dari media pemanas ke bahan yang dikeringkan melalui dua tahapan proses selama pengeringan yaitu:

- a. Proses perpindahan panas terjadinya penguapan air dari bahan yang dikeringkan,
- b. Proses perubahan air yang terkandung dalam media yang dikeringkan menguapkan air menjadi gas.

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian, yaitu panas harus diberikan pada bahan yang akan dikeringkan, dan air harus dikeluarkan dari dalam bahan. Dua fenomena ini menyangkut perpindahan panas ke dalam dan perpindahan massa keluar. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam kecepatan pengeringan adalah:

- 1) Luas permukaan

Pada umumnya, bahan pangan yang dikeringkan mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara diiris, dipotong, atau digiling. Proses pengecilan ukuran dapat mempercepat proses pengeringan dengan mekanisme sebagai berikut :

- a. Pengecilan ukuran memperluas permukaan bahan. Luas permukaan bahan yang tinggi atau ukuran bahan yang semakin kecil menyebabkan permukaan yang dapat kontak dengan medium pemanas menjadi lebih baik,
- b. Luas permukaan yang tinggi juga menyebabkan air lebih mudah berdifusi atau menguap dari bahan pangan sehingga kecepatan penguapan air lebih cepat dan bahan menjadi lebih cepat kering.
- c. Ukuran yang kecil menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas. panas harus bergerak menuju pusat bahan pangan yang

dikeringkan. Demikian juga jarak pergerakan air dari pusat bahan pangan ke permukaan bahan menjadi lebih pendek.

## 2) Perbedaan suhu sekitar

Pada umumnya, semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung oleh udara tersebut sebelum terjadi kejenuhan. Dapat disimpulkan bahwa udara bersuhu tinggi lebih cepat mengambil air dari bahan pangan sehingga proses pengeringan lebih cepat.

## 3) Kecepatan aliran udara

Udara yang bergerak atau bersirkulasi akan lebih cepat mengambil uap air dibandingkan udara diam. Pada proses pergerakan udara, uap air dari bahan akan diambil dan terjadi mobilitas yang menyebabkan udara tidak pernah mencapai titik jenuh. Semakin cepat pergerakan atau sirkulasi udara, proses pengeringan akan semakin cepat. Prinsip ini yang menyebabkan beberapa proses pengeringan menggunakan sirkulasi udara.

## 4) Kelembaban Udara

Kelembaban udara menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Bahan pangan yang telah dikeringkan dapat menyerap air dari udara di sekitarnya. Jika udara disekitar bahan pengering tersebut mengandung uap air tinggi atau lembab, maka kecepatan penyerapan uap air oleh bahan pangan tersebut akan semakin cepat. Proses penyerapan akan terhenti sampai kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan tersebut tercapai. Kesetimbangan

kelembaban nisbi bahan pangan adalah kelembaban pada suhu tertentu dimana tidak terjadi penguapan air dari bahan pangan ke udara dan tidak terjadi penguapan air dari bahan pangan ke udara dan tidak terjadi penyerapan uap air dari udara oleh bahan pangan.

#### 5) Lama Pengeringan

Lama pengeringan menentukan lama kontak bahan dengan panas. Karena sebagian besar bahan pangan sensitif terhadap panas maka waktu pengeringan yang digunakan harus maksimum, yaitu kadar air bahan akhir yang diinginkan telah tercapai dengan lama pengeringan yang pendek. Pengeringan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang pendek dapat lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan dengan waktu pengeringan yang lebih lama dan suhu lebih rendah. Misalnya, jika kita akan mengeringkan hasil pertanian, pengeringan dengan pengering rotary dryer  $80^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam akan menghasilkan hasil pengeringan yang mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan penjemuran selama 2 hari.

### 2.3 Metode Pengeringan

Untuk metode pengeringannya sendiri ada 2 macam yang bisa digunakan, dan semuanya tentu memiliki kelebihan dan kekurangan nya masing-masing. Jika ingin tahu cara mengeringkan jagung dengan cepat, berikut ini 2 metode pengeringan :

#### 1. Menggunakan Panas Matahari

Pengeringan yang menggunakan panas matahari tentu merupakan metode yang sudah dilakukan sebagian besar masyarakat Indonesia, hal ini

memang cenderung hemat karena hanya perlu menjemurnya di bawah terik sinar matahari.

Proses pengeringan menggunakan panas matahari memang membutuhkan waktu yang cukup lama karena hanya mengandalkan panas matahari saja, dan hal ini tidak bisa dilakukan ketika musim hujan datang. Pengeringan akan membutuhkan waktu 6 hingga 7 hari, jadi harus bersabar dalam pengeringannya. Sedangkan kadar air yang bisa diturunkan hingga 15 % cukup banyak bukan dengan hanya mengandalkan sinar matahari saja. Prinsip pengeringan ini adalah dengan memanfaatkan perpindahan suhu panas sinar matahari ke area sekeliling bahan yang dikeringkan hingga akhirnya jagung bisa kering sempurna.

## 2. Menggunakan Oven Pengering

Oven pengering ini memang salah satu jawaban yang digunakan dalam mengeringkan, meski memang tidaklah seperti pengeringan menggunakan sinar matahari, namun dengan menggunakan mesin oven pengering jagung, bisa menghemat waktu lebih banyak dalam mengeringkannya. Anda hanya perlu memasukkan jagung ke dalam oven dan mengatur suhunya dengan tepat dan ikuti semua langkah yang harus dilakukan dalam penggunaan mesin jagung tersebut.

### 2.4 Jenis-Jenis Alat Pengering

Jenis-jenis pengeringan berdasarkan karakteristik umum dari beberapa pengering konvensional dibagi atas 8 bagian, yaitu : (Arun S. Mujumdar, Chung Lim Law. 2009)



a) *tray dryer*

Pengering baki (*tray dryer*) disebut juga pengering rak atau pengering kabinet, adalah dengan meletakkan material yang akan dikeringkan pada baki yang langsung berhubungan dengan media pengering. Cara perpindahan panas yang umum digunakan adalah konveksi dan perpindahan panas secara konduksi juga dimungkinkan dengan memanaskan baki tersebut.



**Gambar 2.2** : Oven tipe *tray dryer*

b) *Rotary*

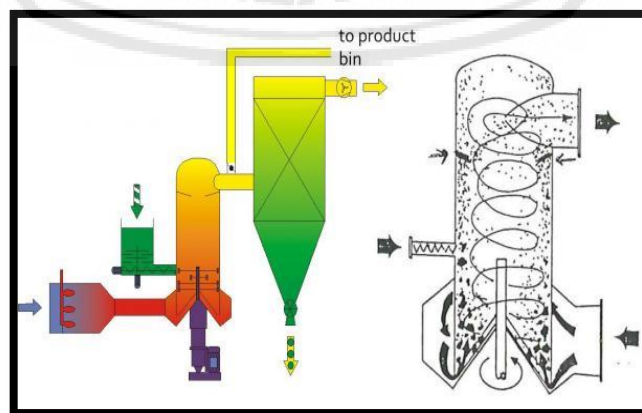
Pada jenis ini ruang pengering berbentuk silinder berputar sementara material yang dikeringkan jatuh di dalam ruang pengering. Medium pengering, umumnya udara panas, dimasukkan ke ruang pengering dan bersentuhan dengan material yang dikeringkan dengan arah menyilang. Alat penukar kalor yang dipasang di dalam ruang pengering untuk memungkinkan terjadinya konduksi.



**Gambar 2.3 :** Oven tipe *rotary dryer*

c) Flash dryer

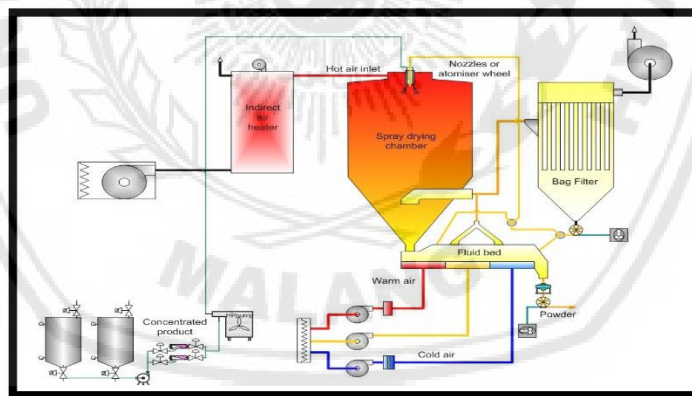
Pengering dengan flash (flash dryer) digunakan untuk mengeringkan kandungan air yang ada di permukaan produk yang akan dikeringkan. Materi yang dikeringkan dimasukkan dan mengalir bersama medium pengering dan proses pengeringan terjadi saat aliran medium pengering ikut membawa produk yang dikeringkan. Setelah proses pengeringan selesai, produk yang dikeringkan akan dipisahkan dengan menggunakan hydrocyclone.



**Gambar 2.4** : Oven tipe Flash dryer

## d) Spray

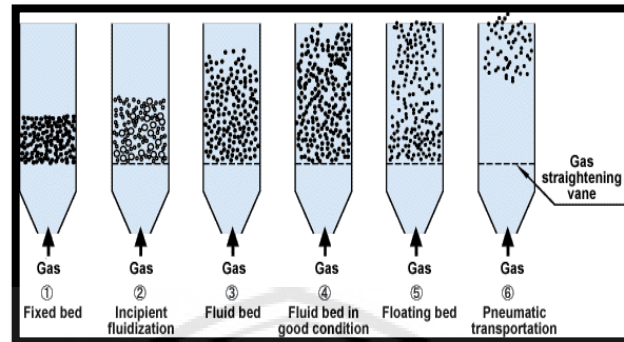
Teknik pengeringan spray umumnya digunakan untuk mengeringkan produk yang berbentuk cair atau larutan suspensi menjadi produk padat. Contohnya, proses pengeringan susu cair menjadi susu bubuk dan pengeringan produk-produk farmasi. Cara kerjanya adalah cairan yang akan dikeringkan dibuat dalam bentuk tetesan oleh atomizer dan dijatuhkan dari bagian atas. Medium pengering (umumnya udara panas) dialirkan dengan arah berlawanan atau searah dengan jatuhnya tetesan. Produk yang dikeringkan akan berbentuk padatan dan terbawa bersama medium pengering dan selanjutnya dipisahkan dengan hydrocyclone.

**Gambar 2.5** : Oven tipe *Spray*

## e) Fluidized bed

Pengeringan dengan menggunakan kecepatan aliran udara yang relatif tinggi menjamin medium yang dikeringkan terjangkau oleh udara.

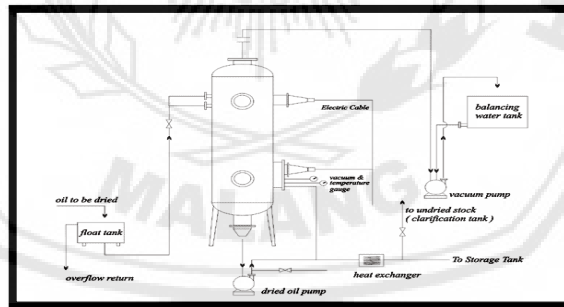
Jika dibandingkan dengan jenis wadah, jenis ini mempunyai luas kontak yang lebih besar.



**Gambar 2.6 :** Oven tipe *Fluidized bed*

f) Vacuum

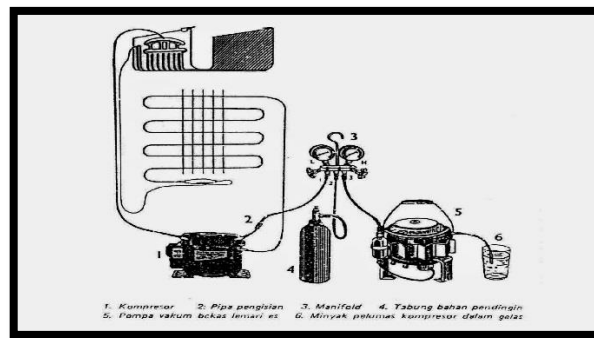
Pengeringan dengan memanfaatkan ruangan bertekanan udara rendah. Dimana pada ruangan tersebut tidak terjadi perpindahan panas, tetapi yang terjadi adalah perpindahan massa pada suhu rendah.



**Gambar 2.7 :** Oven tipe Vacuum

g) Membekukan

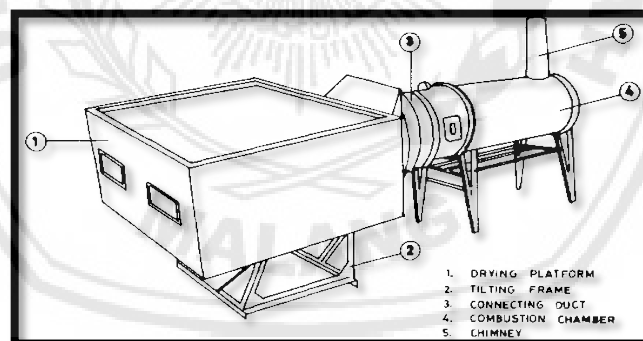
Pengeringan dengan menggunakan suhu yang sangat rendah. Biasanya digunakan pada produk-produk yang bernilai sangat tinggi, seperti produk farmasi dan zat-zat kimia lainnya.



**Gambar 2.8 : Oven tipe Membekukan**

#### h) Batch dryer

Pengeringan jenis ini hanya baik digunakan pada jumlah material yang sangat sedikit, seperti penggunaan pompa panas termasuk pompa panas kimia. Pada bagian tugas akhir ini akan dilakukan simulasi pada pengeringan tipe wadah dengan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi pemanas udara pengering.



**Gambar 2.9 : Oven tipe Batch dryer**

## 2.5 Klasifikasi Pengering

Pengeringan dimana zat padat bersentuhan langsung dengan gas panas (biasanya udara) disebut pengeringan adiabatik (adiabatic dryer) atau

pengeringan langsung (direct dryer). Bila perpindahan kalor berlangsung dari suatu medium luar dinamakan pengering nonadiabatik atau pengering tak langsung. Pada beberapa unit terdapat gabungan pengeringan adiabatic dan nonadiabatik, pengering ini biasa disebut pengering langsung-tak-langsung (direct-indirect-dryer).

Berdasarkan cara penanganan zat padat didalam pengering, klasifikasi pengeringan dikelompokkan menjadi :

#### 1) Pengering Adiabatik

Dalam pengeringan adiabatik, zat padat kontak langsung dengan gas panas dibedakan atas : (McCabe,1985)

- a. Gas ditiup melintas permukaan hamparan atau lembaran zat padat, atau melintas pada satu atau kedua sisi lembaran. Proses ini disebut pengeringan dengan sirkulasi silang
- b. zat padat disiramkan kebawah melalui suatu arus gas yang bergerak perlahan-lahan keatas. Proses ini disebut penyiraman didalam pengering putar.
- c. Gas dialirkan melalui zat padat dengan kecepatan yang cukup untuk memfluidisasikan hamparan.
- d. Zat padat seluruhnya dibawah ikut dengan arus gas kecepatan tinggi dan diangkut secara pneumatic dari piranti pencampuran kepemisah mekanik.

## 2) Pengering Non Adiabatik

Dalam pengering non adiabatik, satu-satunya gas yang harus dikeluarkan ialah uap air atau uap zat pelarut, walaupun kadang-kadang sejumlah kecil “gas penyapu” (biasanya udara atau nitrogen) dilewatkan juga melalui unit itu. (McCabe,1985). Pengering-pengering adiabatik dibedakan terutama menurut zat padat yang kontak dengan permukaan panas atau sumber panas kalor lainnya yang terbagi atas :

- a. Zat padat dihamparkan diatas suatu permukaan horizontal yang stasioner atau bergerak lambat. Pemanasan permukaan itu dapat dilakukan dengan listrik atau dengan fluida perpindahan kalor seperti uap air panas. Pemberian kalor itu dapat pula dilakukan dengan pemanas radiasi yang ditempatkan diatas zat padat itu.
- b. Zat padat itu bergerak diatas permukaan panas, yang biasanya berbentuk silinder, dengan bantuan pengaduk atau konveyor sekrup (screw konveyor).
- c. Zat padat menggelincir dengan gaya gravitasi diatas permukaan panas yang miring atau dibawa naik bersama permukaan itu selama selang waktu tertentu dan kemudian diluncurkan lagi ke suatu lokasi yang baru.

## 2.6 Komponen mesin pengering

### 2.6.1 Kipas angin dan blower

Kipas angin (fan) adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk membuat aliran gas kontinu seperti udara. Dalam setiap sistem pendingin, yang menggunakan gas sebagai penghantar, kipas angin adalah unit wajib

yang menciptakan aliran udara dalam sistem. Sistem ini dapat dilihat dalam kipas angin sederhana yang digunakan di rumah tangga atau kipas pendingin eksternal untuk mesin pembakaran internal. Ketika membutuhkan tekanan yang lebih tinggi diperlukan blower yang digunakan sebagai pengganti kipas angin.

Blower merupakan sebuah kipas sentrifugal dengan rasio tekanan tinggi (output tekanan / input tekanan) dikenal sebagai blower. Blower memberikan laju aliran volume transfer yang tinggi dengan rasio tekanan yang relatif lebih besar. Rasio tekanan dari kipas angin di bawah 1,1 sedangkan blower memiliki rasio tekanan 1,1-1,2.

### **2.6.2 Heater (pemanas)**

Sistem pemanas dari mesin pengeringan pengeringan ada dua macam yang pertama menggunakan Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) dan menggunakan sistem pembakaran menggunakan tungku (Furnace). Tergantung dari tingkat bahan yang akan dikeringkan di bawah ini merupakan penjelasan tentang sistem pemanas yaitu sbb

#### **1 Electrical Heating Element**

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan type dari Electrical Heating Element ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan dipanaskan.



Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (Resistance Wire) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

## 2 Furnace

Furnace atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan. Nama itu berasal dari bahasa latin Fornax, oven. Kadang-kadang orang juga menyebutnya dengan kiln.

sendiri sering di analogikan dengan furnace sebagai keperluan industri yang digunakan untuk banyak hal, seperti pembuatan keramik, ekstraksi logam dari bijih (smelting) atau di kilang minyak dan pabrik kimia lainnya, misalnya sebagai sumber panas untuk kolom distilasi fraksional.

Hampir seluruh furnace menggunakan bahan bakar cair, bahan bakar gas atau listrik sebagaimasukan energinya.

1. Furnace induksi dan busur/arc menggunakan listrik untuk melelehkan baja dan besi tuang.
2. Furnace pelelehan untuk bahan baku bukan besi menggunakan bahan bakar minyak.

## 2.7 Pengaruh Suhu pada Proses Pengeringan

Laju penguapan air bahan dalam pengeringan sangat ditentukan oleh kenaikan suhu. Semakin besar perbedaan antara suhu media pemanas dengan bahan yang dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan pangan, sehingga penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan cepat (Taib, G. et al., 1988).

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer.

Semakin tinggi suhu yang digunakan untuk pengeringan, makin tinggi energi yang disuplai dan makin cepat laju pengeringan. Akan tetapi pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan, yakni permukaan bahan terlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan kecepatan pergerakan air bahan ke permukaan. Hal ini menyebabkan pengerasan permukaan bahan. Selanjutnya air dalam bahan tidak dapat lagi menguap karena terhalang. Disamping itu penggunaan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak daya fisiologik bijibijian/benih (Taib, G. et al., 1988).

## 2.8 Kandungan Air

Kandungan air yang terdapat dalam bahan terutama jagung hasil pertanian terbagi menjadi 2 bagian, yaitu air yang terdapat dalam keadaan bebas (free water) dan air yang terdapat dalam keadaan terikat (bound water). Air bebas adalah selisih antara kadar air suatu bahan pada suhu dan kelembaban tertentu dengan kadar air kesetimbangan pada suhu dan kelembaban yang sama. Air bebas umumnya terdapat pada bagian permukaan bahan. Air terikat adalah air yang dinakdung oleh suatu bahan yang berada dalam kesetimbangan tekanan uap kurang dari cairan murni pada suhu yang sama. Air terikat terdapat pada bahan dalam keadaan terikat secara fisis dan kimia (sutijahartini,1985).

Untuk menguapkan air dari bahan pangan diperlukan energy penguapan. Besarnya energy penguapan untuk air terikat secara fisis, dan energy penguapan yang paling besar adalah energy penguapan untuk air terikat secara kimia. Pada proses pengeringan, air yang pertama kali diuapkan adalah air bebas, dilanjutkan dengan air terikat. Air yang dapat diuapkan tersebut dinamakan vaporable water (sutijahartini,1985).

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah kadar air. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga menghambat perkembangan organisme pembusuk. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan (Taib et al, 1988).

Kadar air suatu bahan merupakan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan yang dinyatakan dalam persen basis basah (wet basis) atau dalam persen basis kering (dry basis). Kadar air basis basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar air basis kering lebih 100%. Kadar air basis basah ( $M_{wb}$ ) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan. Struktur bahan secara umum dapat didasarkan pada kadar air yang biasanya ditunjukkan dalam persentase kadar air basis basah atau basis kering. Kadar air basis basah ( $M_{wb}$ ) banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering ( $M_{db}$ ) digunakan dalam bidang teknik. Persamaan dalam penentuan kadar air (Brooker et al, 1974) :

$$M_{wb} = \frac{W_t - W_d}{W_d} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:  $M_{db}$  = kadar air basis kering (%)

$W_t$  = berat total

$W_d$  = berat padatan

$$M_{wb} = \frac{W_t - W_d}{W_d} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:  $M_{db}$  = kadar air basis basah (%)

$W_t$  = berat total

$W_d$  = berat padatan

Metode penentuan kadar air dapat dilakukan dengan dua cara yaitu metode metode langsung dan tidak langsung. Pada metode oven, sampel bahan diletakkan

kedalam oven hingga memperoleh berat konstan pada bahan. untuk menghitung kadar air basis basah digunakan rumus perhitungan (Brooker et al,1974).

$$K_a = \frac{B_a}{B_a + B_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:  $K_a$  = kadar air basis basah (%)

$B_a$  = massa air dalam bahan (gram)

$B_k$  = massa air kering mutlak (gram)

Laju massa air yang dikeringkan menggunakan perhitungan (Brooker et al,1974).

$$W_a = \frac{M_0 + M_1}{\text{Waktu pengeringan}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:  $W_a$  = laju massa air yang dikeringkan (gram/menit)

$W_0$  = massa air dalam bahan (gram)

$M_1$  = massa produk kering (gram)

Laju pengeringan rata-rata dapat dituliskan dengan persamaan (Brooker et al,1974).

$$W_r = \frac{\text{Pengurangan massa air (air)}}{\text{Waktu pengeringan (menit)}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:  $W_r$  = laju pengeringan rata-rata (gram/menit)